



**Araştırma Makalesi / Research Article**  
**PRODUCTION OF HIGH PERFORMANCE CONCRETE USING ADMIXTURES**

**M. Emin ÖNCÜ<sup>\*1</sup>, A. Sertaç KARAKAŞ<sup>1</sup>, M. Tahir KAVAK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dicle Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, DİYARBAKIR

<sup>2</sup> Dicle Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi Bölümü, DİYARBAKIR

**Geliş/Received: 09.03.2006 Kabul/Accepted: 25.04.2006**

---

**ABSTRACT**

In this study, it is aimed that production of high performance concrete using admixtures. The admixture is used to resist against to freezing of concrete, and concrete (C20) is produced, and cured in water. 8 samples are tested in pressure, and mean stress is determined as 28 MPa. Remaining two samples are tested with image processing technique, and determined that sample which containing an admixture is better performing than the other.

**Keywords:** High performance concrete, image processing technique, porosity.

**KATKI MADDESİ KULLANILARAK YÜKSEK PERFORMANSLI BETON ÜRETİMİ**

**ÖZET**

Çalışmada, katkı maddesi kullanılarak yüksek performanslı beton üretilmesi amaçlanmıştır. Düşük sıcaklıktaki hava koşullarında betona donmaya karşı direnç sağlamak amacıyla priz hızlandırıcı kimyasal katkı maddesi kullanılarak üretilen C20 sınıfı beton ile 10 adet küp numune üretilmiştir. Su içinde kür edilen ve dayanım kazanan numunelerden 8 adedi tek eksenli basınç deneyine tabi tutulmuş ve ortalama küp basınç dayanımı 28 MPa olarak bulunmuştur. Kalan iki numunenin görüntü işleme tekniği yardımıyla gözeneklilik durumu araştırılmış, katkılı ve katkısız numunelerin sonuçları göz önüne alındığında, katkı maddesi kullanılarak üretilen betonda gözenekliliğin daha düşük seyrettiği belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Yüksek performanslı beton, görüntü işleme tekniği, gözeneklilik.

---

**1. GİRİŞ**

Beton, aşırı yüklenme ve deprem etkilerinden başka çevre ve iklim koşullarından da etkilenen zamanla hasara uğrayan bir yapı malzemesidir. Betonun bu özelliğinden dolayı meydana gelebilecek iç ve dış etkenlerden kaynaklanan bozulmalardan korunması için fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin iyi bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir.

Günümüzde betondan istenen performans işlenebilirlik, dayanım ve dayanıklılık gibi özelliklerinin sağlanmasıyla gerçekleşmektedir. Betonun dayanımının ve servis ömrünün artırılması için katkı maddesi kullanılarak yüksek performanslı beton elde edilme yoluna

---

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Autor: e-mail/e-ileti: oncume@dicle.edu.tr, tel: (0412) 248 84 03 / 3525

## ***Production of High Performance Concrete ...***

gidilmiştir. Yüksek performanslı betonların en önemli özellikleri durabilite, dayanım ve hacimsel stabiliteyi sağlamasıdır.

Beton günümüzde konsantrasyonu sürekli artan karbondioksit, sülfürik asit ve klor gibi zararlı unsurların tehdidi altındadır. Böylesi zararlı çevresel ortam koşullarına maruz betonun performansının sürdürülebilir kılınması; uygun malzeme seçimi ve uygun oranlarda kullanılması; karıştırma, yerleştirme ve yeterli kürün uygulanması ile mümkün olabilir. Dayanımı yüksek ve aynı zamanda dayanıklı bir beton üretebilmenin yolu, beton ile uğraşanların öncelikle alışlagelmiş düşünce yapılarını güncelleştirmeleri ve beton teknolojisinin gereklerini yerine getirmeleriyle mümkündür. Bu noktada, betonun geleneksel bileşenlerine ilave olarak katkı maddelerinin kullanımı gereği doğmaktadır [1].

### **1.1. Katkı Maddesi**

Katkı maddeleri, betonu donmaya karşı korumak, sülfata karşı dayanım sağlamak, işlenebilirliğini artırmak v.b. amaçlarla, su, agrega ve çimento dışında betona katılan mineral veya kimyasal maddelerdir. Kuzey Amerika'da üretilen betonların %80 ine bir veya birkaç çeşit katkı maddesi konulduğu tahmin edilmektedir [2].

Priz hızlandırıcı katkı maddesi, taze beton içinde çimentonun su ile verdiği reaksiyonlar sonucu ilk andaki alüminat ve silikat jellerinin oluşumunu hızlandırmakta, taze betonun hidrasyonunu çabuklaştırıp, betonun hızla sertleşme ve mukavemet kazanmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla soğuk hava şartlarında beton dökümünde betonun donma tehlikesini ortadan kaldırmaktadır. Kullanılan katkı maddesi, diğer alkali yapılarıdaki katkıları gibi çimentonun sertleşme süresini kısaltmakta, betonun ilk günlerdeki mukavemetini artırmakta, aynı zamanda daha sonraki mukavemet değerlerinde, toplam basınç mukavemetinde düşme göstermemektedir. Ayrıca hızlı bir priz sayesinde erken kalıp alması düşünülen yerlerde zaman tasarrufu sağladığı gibi kür uygulama sıcaklığı ve süresini azaltmasından dolayı da ekonomi sağlamaktadır. Çalışmada kullanılan priz hızlandırıcı katkı maddesi, taze betonda bir miktar su azaltma özelliği sağlamakta, azalan su nedeniyle mukavemetler yükselmekte, ayrıca donma etkisine karşı direnç artırılmış olmaktadır.

### **1.2. Görüntü İşleme Tekniği**

Görüntü işleme tekniği (image processing), endüstri ve sağlık alanlarında kullanılan resmin sayısal verilere dönüştürülmesini amaçlayan bir yöntemdir. Görüntü işleme, genel terim olarak resimsel bilgilerin manipülasyonu ve analizi demektir [3]. Bu analizde takip edilen bazı temel aşamalar şu şekilde özetlenebilir: Birinci aşama, görüntü edinme işlemidir. Diğer adım ön işleme işlemidir. Bu aşamada, alınan görüntü bir sonraki aşamada hatasız ve kolay işlenebilmesi için daha belirgin ve anlaşılır hale getirilir. Bu işlemlerden bazıları şunlardır:

- Görüntüyü belirginleştirmek
- Görüntüde bulunan kirlilikleri filtrelemek
- Görüntü üzerindeki yapısal bozuklukları yok etmek veya minimize etmek

Daha sonraki işlem ise görüntüyü, kendisini meydana getiren alt görüntülere parçalama, ayırma işlemidir. Buna, görüntü ayırma işlemi ya da segmentasyon işlemi denir. Detaylı görüntü ayırma işlemleri, görüntü işlemede en zor işlemlerden sayılır. Bu nedenle genellikle küçük hatalarla birlikte kaba görüntü ayırma işlemleri uygulanır [4].

Bir sayısal görüntü, satır ve sütun indisleri görüntü içerisinde herhangi bir noktayı tanımlayan elemanlardan meydana gelmiş bir matris olarak göz önüne alınabilir. Bu matrisin her bir elemanının sayısal değeri, kendisine karşılık gelen noktadaki gri seviye değerine eşittir. Bu sayısal dizinin veya matrisin her bir elemanına görüntü elemanı, resim elemanı veya piksel denir.

Histogram, görüntü üzerindeki piksellerin değerlerinin grafiksel ifadesidir. Buna görüntü histogramı veya gri-düzey histogramı denir [3]. Görüntü histogramı, görüntünün her bir

noktasındaki piksellerin tespiti ile bu piksellerin sayısının ne olduğunu gösterir. Bu sayede histogram üzerinden görüntü ile ilgili çeşitli bilgilerin çıkartılması sağlanır [4].

Görüntü işleme tekniği; uydu görüntüleri alınan tarım arazisindeki farklı ürünlerin analizinde ve ürünlerdeki zararları ayırt etmekte, yazı karakterlerinin analizinde ve kromozom bozukluklarının analizi gibi birçok tıbbi uygulamada kullanılmaktadır [5].

## 2. AMAÇ

Çalışmada, düşük hava sıcaklıklarında kimyasal katkı maddesi kullanılarak hazırlanan beton numunelerinin performanslarının artırılması ve bu numunelerdeki gözenekliliğin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Çalışmada Dicle Nehri'nden temin edilen agregaların fiziksel özelliklerinin tespitine yönelik elektriksel analiz deneyi ile mekanik özelliklerine yönelik aşınma deneyi yapılmıştır. Ayrıca, sözü edilen agrega ve bölgede üretilen portland çimentosu (CEM I 32.5) ile katkı maddesi kullanılarak hazırlanan 10 adet 15x15x15 cm boyutlu beton numunelerin tek eksenli basınç deneyleri yapılmıştır (Şekil 1,2). Çimentonun hidratasyonunu hızlandırıp, donmaya karşı direnç kazandıran beton katkı maddesi olarak priz hızlandırıcı kimyasal bir katkı maddesi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan CEM I 32.5 çimentosunun fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de, 1m<sup>3</sup> betonda bulunması gereken malzeme miktarları da Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Priz hızlandırıcı kimyasal katkı maddesi ile hazırlanan numuneler

Çalışmada kullanılan priz hızlandırıcı katkı maddesi, özellikle kış aylarında beton ve harcın donmaya karşı korunmasını, -10°C sıcaklığa kadar beton dökülebilmesini, beton ve harcın erken priz almasını, taze betonun hidratasyonunu çabuklaştırıp hızla betonun sertleşme ve mukavemet kazanmasını sağlamaktadır. Dolayısı ile soğuk hava şartlarında beton dökümünde betonun donma tehlikesini ortadan kaldırmaktadır. Kullanılan priz hızlandırıcı katkı maddesinin ortalama yoğunluğu 1,26 g/ml (2,5 cm sıvıda), pH değeri ise 6,5±0,5 dir.

Çalışmada, numunelerin gözenekliliğini belirlemek için görüntü işleme (image processing) tekniği kullanılmıştır [6]. Gözenekler IMAGE J 1,34S yazılımı kullanılarak tespit edilmiştir. Bu yöntemde, önce katkılı ve katkısız küp numunelerin yüzey resimleri alınmış (Şekil 3), sonra alınan bu görüntüler belirginleştirilerek gözenekler numaralandırılmıştır (Şekil 4,5). Görüntülerdeki gözeneklerden 20–30 tanesinin görüntüsü tanımlanmış, numunelerdeki benzer gözeneklerin bilgisayar programı yardımıyla taranması istenmiştir. Küp yüzeyi olan 225 cm<sup>2</sup> lik alan 3840000 piksel olarak atanmıştır.

**Çizelge 1.** Çalışmada kullanılan çimentonun (CEM I 32.5) fiziksel ve kimyasal özellikleri

Fiziksel Özellikler		Kimyasal Analiz	Analiz Sonuçları %	Basınç dayanımı N/mm <sup>2</sup>	
Özgül ağırlık g/cm <sup>3</sup>	3,11	Erimez Kalıntı	0,55	Gün	Deney sonucu
Donma süresi (saat)	Başlangıç	2 <sup>25</sup>	SO <sub>3</sub>	2	25,0
	Son	3 <sup>00</sup>	Kızdırma kaybı	7	31,5
Hacim sabitliği mm	1,4	Cl	0,0094	28	37,5
İncelik	Özgül Yüzey cm <sup>2</sup> /g	3011			

**Çizelge 2.** 1m<sup>3</sup> betonda bulunması gereken malzeme miktarları

Malzeme	Su	Çimento	Çakıl	Kum
Malzeme miktarı kg	180	370	1060	765

#### 4. DENEY SONUÇLARININ İRDELENMESİ

Betonda donma olayı zararlı etkisini (çimento hamuru fazında ve agrega tanelerinde olmak üzere) iki fazda olmak üzere göstermektedir. Çimento hamurunda bulunan kılcal borulardaki suyun donması hamurun çatlamasına ve içyapısının değişmesine neden olmaktadır. Bu zararlı etkilerin meydana gelmemesi veya sınırlı kalması için donan su hacminin az olması gerekmektedir. Bu ise çimento hamurunun kılcal boşluklarının az olmasıyla gerçekleşebilmektedir [7].

Soğuk hava koşullarındaki taze betonun priz alma süresi, normal sıcaklık koşullarındaki betonun priz alma süresine göre daha uzun ve dayanım kazanma hızı daha yavaş olmaktadır [8]. Bu yüzden soğuk havalarda beton üretimi için yerine getirilmesi yarar sağlayacak uygulamalardan biri priz hızlandırıcı katkı maddelerinin veya su azaltıcı ve priz hızlandırıcı katkı maddelerinin kullanılmasıdır [9].

Gözeneklik durumları incelenen numunelerden katkılı olan numunede gözeneklik %1.1 oranında çıkarken, katkısız numunede bu oran %19.6 seviyelerinde seyretmiştir (Şekil 6,7). Bu durum, çalışmada kullanılan priz hızlandırıcı kimyasal katkı maddesinin betondaki gözenekliği azalttığını göstermektedir.

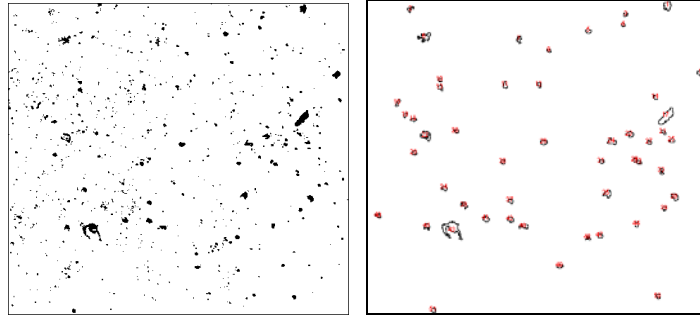
Çalışmada priz hızlandırıcı kimyasal katkı maddesi kullanılarak hazırlanan 10 adet küp numunede 8 adedi 28 gün sonunda basınç deneyine tabi tutulmuş ve ortalama küp basınç dayanımı 28 MPa olarak elde edilmiştir (Çizelge 3). Elde edilen 28 MPa değeri C20 sınıfındaki bir betonun sağlaması gereken eşdeğer küp basınç dayanımı olan 25 MPa değerinin üstünde çıkmıştır [10]. Bu durum çalışmada kullanılan kimyasal katkı maddesinin basınç dayanımına olumsuz bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur.



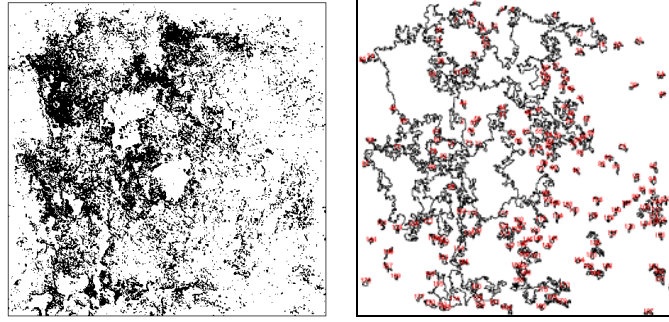
Şekil 2. Numunelerin tek eksenli basınç yüklemesine tabi tutulması.



Şekil 3. Görüntü işleme tekniği ile gözeneklik durumu belirlenecek olan sırasıyla katkısız ve katkılı numuneler.



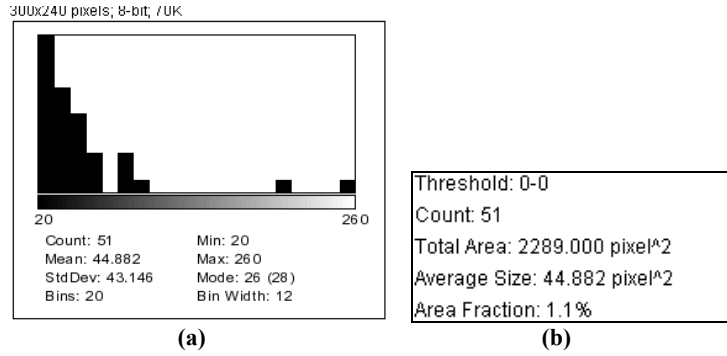
Şekil 4. Katkılı numunenin görüntü işleme aşamaları.



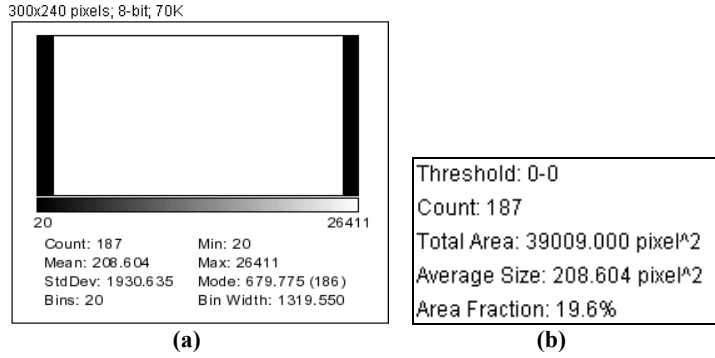
**Şekil 5.** Katkısız numunenin görüntü işleme aşamaları.

**Çizelge 3.** Katkılı ve katkısız numunelerin ortalama basınç dayanımları

Numune Türü	Boyutlar (mm)	Numune Yaşı	Basınç Dayanımı (MPa)
Katkılı	150 x 150	28	28
Katkısız	150 x 150	28	29



**Şekil 6.** (a) Katkılı numunenin piksel histogramı (b) gözeneklik durumu (%1.1)



**Şekil 7.** (a) Katkısız numunenin piksel histogramı (b) gözeneklik durumu (%19.6)

## 5. SONUÇLAR

Çalışmada priz hızlandırıcı kimyasal katkı maddesi kullanılarak üretilen küp numunelerden 8 adedi 28 gün sonunda basınç deneyine tabi tutulmuş ve ortalama küp basınç dayanımı 28 MPa olarak bulunmuştur. Bu değer C20 sınıfı beton için öngörülen küp dayanımı olan 25 MPa değerinden yüksek olması, priz hızlandırıcı katkı maddesinin dayanım bakımından güvenle kullanılabilceğini göstermiştir.

Gözeneklilik durumlarını belirlemek amacıyla incelenen numunelerden katkılı olan numunede gözeneklilik oranının katkısız numunedeki gözeneklilik oranından düşük çıkmasının boşlukların azalması bakımından katkı maddesinin donmaya karşı etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

## TEŞEKKÜR

Desteklerinden dolayı Mardin Çimento Sanayi Diyarbakır Hazır Beton Tesisi'ne, Betek Boya ve Kimya Sanayi A.Ş.' ye ve Diyarbakır temsilciliğine teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR

- [1] Erdoğan, Ş. ve Kurbetçi, Ş., “Betonun Performansına Sağladıkları Etkinlik Açısından Kimyasal ve Mineral Katkı Maddeleri”, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 426, S.115-124, 2003.
- [2] Materials Group, 1999, [Internet] United States Department of Transportation - Federal Highway Administration, Available from <http://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/materialsgrp/admixture.html> [giriş 27 Temmuz, 2005].
- [3] Castelman, R. K., “Digital Image Processing”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1996.
- [4] Yaman K., Sarucan, A., Atak, M. ve Aktürk, N., “Dinamik Çizelgeleme İçin Görüntü İşleme Ve Arama Modelleri Yardımıyla Veri Hazırlama”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., C. 16/1, S.19-40, 2001.
- [5] Jahne, B., “Digital Image Processing”, Springer, Germany, 1995.
- [6] Bassmann, H. and Besslich, P. W., “Image Processing”, Germany, DBS GmbH, 1993.
- [7] Postacıoğlu, B., “Beton”, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, c. II, s. 337, 1987.
- [8] Erdoğan, T., Y., “Beton”, Metu Press, Ankara, 2003.
- [9] TS 3542, “Beton Kimyasal Katkı Maddeleri”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1984.
- [10] TS 500, “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.